

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 43 00 011 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 28 D 9/02**  
F 28 D 11/02  
F 28 D 21/00

⑳ Aktenzeichen: P 43 00 011.8  
㉑ Anmeldetag: 2. 1. 93  
㉒ Offenlegungstag: 7. 7. 94

DE 4300011 A 1

㉑ Anmelder:  
Dorst, Helmut, Dipl.-Ing., 23611 Bad Schwartau, DE

㉒ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärm- oder/und Kühlsystem

⑤⑦ Der Wärmetauscher als Vorwärm- oder/und Kühlsystem tauscht besser Wärme aus, als Kühlsystem erreicht er einen höheren Wärmerückgewinn als die bekannten Systeme und er arbeitet mit niedrigerem elektrischen Arbeitsbedarf.

Der Wärmetauscher erlaubt eine vertikale (statische oder rotierende Version) als auch horizontale (rotierende) Bauweise.

Der Wärmeaustausch erfolgt im Gegenstrom, das Gas wird durch ein schneckenförmiges, mehrgängiges System bei verlängerten Gas- u. Gutwegen zwangsgeführt und vor Austritt aus dem Wärmetauscher weitgehend entstaubt. Durch eine sich ständig wiederholende, schleierartige Auflockerung des Gutes wird ein optimaler Wärmeaustausch ermöglicht. Es gibt nur einen Staubkreislauf mit einer Staubrückführung an beliebiger, verfahrenstechnisch erwünschter Stelle.

Der Wärmetauscher als Vorwärm- oder/und Kühlsystem für feinkörniges oder körniges Gut ist besonders geeignet für Zementrohmehl und Zementklinker.

DE 4300011 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05.94 408 027/177

11/37

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärm- oder/und Kühlsystem für feinkörniges oder körniges Gut, insbesondere als

- a) Vorwärmssystem für Zementrohmehl zur Ausnutzung der in einem Drehofen freigesetzten Wärme (Hierzu gehören die Ansprüche 1—8).
- b) Kühlsystem für Zementklinker zur Rückgewinnung von Klinkerwärme für den Ofenprozeß oder anderweitige Zwecke (Hierzu gehören die Ansprüche 9—11).

Zu a) Das Aufgabegut wird in den verschiedenen Ofen-Systemen unterschiedlich vorgewärmt. Beim langen Naßofen erfolgt dies durch Einrichtungen zum Wärmetausch im Innern des Drehofens, beim kurzen Naßdrehofen durch vorgeschalteten Wärmetauscher (Schlamm-trockner, Konzentrator, Kalzinator), beim LEPOL-Ofen durch vorgeschalteten Rostvorwärmer (Wandrost), beim Drehofen mit Zyklon-Vorwärmer in einem mehrstufigen Zyklon-Wärmetauscher u. beim GEPOL-Ofen in 4 Kammern und einer Zyklonstufe.

Im wesentlichen werden heute moderne, größere Anlagen mit Zyklon-Wärmetauschern als Vorwärmer betrieben. Zur Herstellung alkaliarmer Zemente wird zweckmäßigerweise der LEPOL-Ofen eingesetzt.

Zu b) Allen in der Praxis eingesetzten Kühler-Bauarten ist gemeinsam, daß für die Herabkühlung des aus dem Brennofen kommenden heißen Zement-Klinkers zur Rückgewinnung von Klinkerwärme für den Ofen- oder andere Prozesse Kühlluft im Gegen- oder Kreuzstrom den Klinker unmittelbar durchströmt.

Entscheidend für die Erzielung einer guten Klinkerqualität ist eine optimale Abkühlgeschwindigkeit und möglichst tiefe Klinkerendkühlung. Für die Weiterbehandlung des aus dem Brennofen kommenden heißen Klinkers werden die Haupt-Bauarten Rost-, Röhren- u. Schachtkühler eingesetzt. Zu den Rostkühlern zählen Wanderrrost-, Schrägrrost-, Horizontal-, Combi-, Mehrstufen- u. Duotherm-Kühler, zu den Röhrenkühlern Planeten- u. Rohrkühler (Kühltrommeln). Der Rohrkühler ist der älteste Klinkerkühler, der für Drehöfen gebaut wurde. Mit dem Übergang zu wärmesparenden Trockenöfen ist jedoch seine Verbreitung stark zurückgegangen, und sein Einsatz bei Neuanlagen beschränkt sich heute im wesentlichen auf wenige Sonderfälle. Nach dem gegenwärtigen Entwicklungsstand bleibt die Eignung des Schachtkühlers auf sehr kleine Einheiten und Anlagen mit außergewöhnlich günstigen Rohmaterialvoraussetzungen beschränkt, die eine gleichmäßige Klinkerkorngrößenverteilung mit einem geringen Anteil an groben und sehr feinen Klinkerfraktionen und einen gleichbleibenden Klinkeraustrag garantieren.

Der Planetenkühler hat bei neuen wärmesparenden Anlagen einen großen Marktanteil errungen und wird nahezu von allen Zementmaschinenherstellern gebaut. Er zeichnet sich vor allem durch seinen einfachen Aufbau aus. Er besitzt keine Kühlgebläse und keinen separaten Antrieb. Der Kühler besteht aus mehreren, meistens 10-Röhren, die kranzförmig um den Ofen angeordnet sind. Die Kühlluft durchströmt die Kühlrohre im

Gegenstrom, der Kühlluftweg entspricht in etwa der Länge des Kühlrohres.

Als Nachkühler wird der vom Direktkühler getrennte "Gravitations-(g)-Kühler" eingesetzt. Vorausgesetzt wird hierbei eine Klinkereingangs-Temperatur von max. ca. 750 K und ein Vorbrechen groben Materials.

Den Drehofen mit Vorwärmezone zum Brennen von feinkörnigem Gut, insbesondere Zementklinker mit nachgeschalteter Kühlung des heißen Klinkers, wobei "Wärmetausch-Drehofen-Kühler" auf einer gemeinsamen Drehachse liegen (Anspruch 12) gibt es offenbar nicht. Nach derzeitigem Stand wird Zementklinker in verschiedenen Ofensystemen gebrannt, u. zw. im: langen Naßofen, kurzem Naßofen mit vorgeschaltetem Wärmetauscher, LEPOL-Ofen, GEPOL-Ofen und vor allem im Drehofen mit vorgeschaltetem Zyklon-Vorwärmer.

Außer für Sonderfälle hat sich der "Zyklon-Wärmetauscher-Ofen" durchgesetzt. Allen aufgeführten Ofensystemen ist der geneigte Drehofen gemeinsam.

In der Fachzeitschrift "Zement-Kalk-Gips" (1992) Nr. 5 wird auf Seite 225 unter 2.1.3 u. a. festgestellt, daß der thermische Wirkungsgrad des bekannten Zyklonvorwärmers vermindert wird durch innere Staubkreisläufe und Mehldurchschuß. Es werden auch Maßnahmen am Wärmetauscher zur Verbesserung des Wärmerückgewinns und zur Minderung der Mehloberschüttung (hiermit zusammenhängend die Neigung zur Ansatzbildung) sowie des elektrischen Energiebedarfs empfohlen. Nachteilig am mehrstufigen Zyklon-Wärmetauscher ist auch der überwiegend im Gleichstrom erfolgende Wärmeaustausch (ausgenommen der GEPOL-Vorwärmer!). Das Auftreten von großen Mengen sehr feinen Klinkers führt bei allen Kühlersystemen zu Problemen. Dem Rostkühler eigen sind viele bewegliche Teile, Absperr- u. Drosselklappen, Antriebe und eine zusätzliche Förderung des Rostdurchfalls. Die Optimierung von Rohr- oder Satellitenkühlern ist bei grobkörnigem Klinker oder Klinker mit breiter Korngrößenverteilung noch problematisch. Der Betrieb des g-Kühlers setzt eine Vorkühlung des Klinkers auf ca. 750 K und ein Vorbrechen groben Materials voraus. Die Verweilzeit des Gutes beträgt 2—3 h.

Bei allen Ofensystemen entsteht durch die beiden Nahtstellen WT-Drehofen u. Drehofen-Kühler Falschlufteintritt in den Drehofen und durch die Schräglage des Drehofens und Drehung des Rohres Schub.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein System der genannten Kategorie zu schaffen, bei welchem der Staubgehalt der Abgase oder Kühlluft innerhalb des Systems auf ein Minimum und einen Staubkreislauf reduziert werden,

der Wärmeaustausch bei niedrigem Druckverlust im Gegenstrom erfolgt, die Strecke Gas-/Materialweg, ohne Vergrößerung der üblichen Dimensionierung entsprechender und bekannter Vorrichtungen, verlängert wird,

die Anzahl der Antriebe verringert wird und Gasabsperrorgane sowie Zwischenförderer ganz entfallen, auch Gut (z. B. Klinker) mit viel Feinkorn-Anteil problemlos gekühlt werden kann, mit Erfüllung vorgenannter Aufgabe durch höheren Wärmerückgewinn, Minderung betrieblicher Schwierigkeiten sowie des elektrischen Energiebedarfs die Wirtschaftlichkeit verbessert wird.

Die Lösung der Aufgabe gelingt dadurch, daß im Wärmetauscher bzw. der Wärmetauscher

nach den Ansprüchen 1—7 ("Vorwärmer-vertikal")

der Wärmetausch ausschließlich im Gegenstrom erfolgt, sich vor Gasaustritt

einer inneren Entstaubung befindet, hierdurch nur ein geringer Reststaubgehalt, der Druckverlust erheblich unter dem des mehrstufigen Zyklon-Vorwärmers liegen muß, da der Druckverlust der inneren Entstaubung nur etwa dem einer Zyklonstufe entspricht,

durch das schneckenartige System der Gas- und der Materialweg erheblich verlängert werden und sich auch damit die Gas- und Materialverweilzeiten erhöhen, der Staub aus der inneren Entstaubung dem System an beliebiger Stelle wieder zugeführt werden kann. Diese Lösung ergibt nur einen Staubkreislauf und damit verbunden sind ein höherer Wärmerückgewinn, niedrigerer elektrischer Arbeitsbedarf und eine Verringerung der Ansatzbildung,

der Wärmetauscher auch im niedrigeren Leistungsreich noch wirtschaftlich gefahren werden kann in selbsttragender Konstruktion (ausgenommen Anspruch 8) ausgeführt wird

entsprechend der geforderten Leistung der Wärmetauscher auch mehrsträngig konzipiert werden kann, wobei die Ganganzahl die der Anzahl der Stränge entspricht Gasabsperroorgane ganz entfallen

nach dem Anspruch 8 (\*Vorwärmer-horizontal\*)

der Wärmetausch ausschließlich im Gegenstrom erfolgt sich vor Gasaustritt in einer inneren Entstaubung befindet, hierdurch nur ein geringer Reststaubgehalt der Druckverlust erheblich unter dem des mehrstufigen Zyklon-Vorwärmers liegen muß, da der Druckverlust der inneren Entstaubung nur etwa dem einer Zyklonstufe entspricht

durch das schneckenartige System der Gas- und der Materialweg erheblich verlängert werden und sich auch damit die Gas- und Materialverweilzeiten erhöhen der Staub aus der inneren Entstaubung dem System an beliebiger Stelle wieder zugeführt werden kann. Diese Lösung ergibt nur einen Staubkreislauf und damit verbunden sind ein höherer Wärmerückgewinn, niedrigerer elektrischer Arbeitsbedarf und eine Verringerung der Ansatzbildung

der Wärmetauscher auch im niedrigeren Leistungsreich noch wirtschaftlich gefahren werden kann entsprechend der geforderten Leistung der Wärmetauscher auch mehrsträngig konzipiert werden kann, wobei die Ganganzahl die der Anzahl der Stränge entspricht Gasabsperroorgane ganz entfallen

der Aufwand für eine hohe Senkrechtförderung des Gutes entfällt und die lange Abgasleitung zwischen Wärmetauscher und Ventilator erheblich verkürzt wird (hierdurch in etwa Ausgleich des elektrischen Arbeitsbedarfs für den Antrieb des Wärmetauschers) sowie durch Senkung der Investitionskosten wegen Entfalls des aufwendigen Hochbaus,

nach dem Anspruch 9 (\*Rotationskühler\*)

die Kühlung ausschließlich im Gegenstrom erfolgt feiner Klinker oder Klinker mit breiter Korngrößenverteilung problemlos gekühlt wird. Die Verweilzeit ist, außer für Staub, praktisch für alle Korngrößen gleich durch das schneckenartige System die Kühlluft- und Klinkerwege im System verlängert werden und damit ein höherer Wärmerückgewinn erzielt wird die innere Entstaubung das unerwünschte Eindringen von Staub in den Drehofen entscheidend herabsetzt grober Klinker im Kühlereintritt durch ein Schnecken-Kegel-Brechwerk zerkleinert wird

nur einen Antrieb hat und aus diesem Grunde und der niedrigen Pressung wegen der elektrische Arbeitsbedarf optimal niedrig liegt

keine Absperr-, Drossel- u. Pendelklappen sowie zusätzlichen Förderer für Klinker-Durchfall oder Staub benötigt (hierdurch einfachere Wartung u. niedrigere Betriebskosten)

nach dem Anspruch 10 (\*Kühler mit getrennter Rekuperations- u. Kühlzone\*)

den Klinker auf eine geringe Endtemperatur kühlt, wie es sonst nur mit einem Direktkühler und einem nachgeschalteten Gravitations-(g)-Kühler, aber unter ungünstigeren Bedingungen, möglich ist und damit dem Rat-schlag von \*H. Xeller u. der ZKG 5/92\* gefolgt wird, wo geraten wird: "Will man die Enthalpie der Kühlerabluft verwerten, kann es sinnvoll sein, die Rekuperationszone und die Kühlzone baulich zu trennen und jeweils gesondert zu optimieren".

der Klinker vom Direktkühler ohne zusätzlichen Förderer in den Nachkühler transportiert wird

mit nur einem Kühlerantrieb betrieben wird und aus diesem Grunde und der niedrigen Pressung wegen der elektrische Arbeitsbedarf optimal niedrig liegt

die Kühlung ausschließlich im Gegenstrom oder im Gegenstrom (Direktkühler) und Gleichstrom (Nachkühler) erfolgt

feiner Klinker oder Klinker mit breiter Korngrößenverteilung problemlos gekühlt wird. Die Verweilzeit ist, außer für Staub, praktisch für alle Korngrößen gleich

durch das schneckenartige System die Kühlluft- und Klinkerwege im System verlängert werden und damit ein höherer Wärmerückgewinn erzielt wird

die innere Entstaubung das unerwünschte Eindringen von Staub in den Drehofen entscheidend herabsetzt

grob Klinker im Kühlereintritt durch ein Schnecken-Kegel-Brechwerk zerkleinert wird

nur einen Antrieb hat und aus diesem Grunde und der niedrigen Pressung wegen der elektrische Arbeitsbedarf optimal niedrig liegt

keine Absperr-, Drossel- u. Pendelklappen sowie zusätzlichen Förderer für Klinker-Durchfall oder Staub benötigt (hierdurch einfachere Wartung u. niedrigere Betriebskosten)

nach dem Anspruch 11 (\*Planetenkühler\*)

mit Kühlrohren nach der Erfindung ausgerüstet wird, wodurch der Klinkerstrom auch durch die Steigung der Schneckengänge beeinflusst wird die Luftgeschwindigkeit variierbar ist, ohne Minderung des Wärmeübergangs

durch die schneckenartige Förderung des Klinkers wird ein Rückstau bzw. Kreislauf feinen Klinkers vermieden die innere Entstaubung in den Kühlrohren das Eindringen von abrasiver Sekundärluft ins Zulaufrohr und in den Drehofen vermeidet

nach den Ansprüchen 12—14 (\*Drehofen mit Vorwärmzone in einer Einheit: "WT"-Drehofen-Kühler\*)

sowohl einem Drehofen vor- u. nachgeschaltet wird. Die drei Anlagenteile bilden eine Einheit auf gleicher Drehachse und sind starr miteinander verbunden, es gibt nur einen Antrieb. Bei waagerechter Drehachse entfallen neigungsbedingte Schubkräfte.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt Fig. 1 den \*Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmersystem\* in vertikaler Bauart nach den Ansprüchen 1—7.

Fig. 6 den \*Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmersystem\* in vertikaler, rotierender Bauart nach

Anspruch 7.

Fig. 9 den \*Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmersystem\* in horizontaler, rotierender Bauart (Staubführung in Rohrmehl-Förderrichtung), nach Anspruch 8 sowie

Fig. 10 für gleichen Anspruch, jedoch mit einer Staubführung in Gut-Förderrichtung.

Fig. 13 den \*Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Kühlsystem\* nach Anspruch 9.

Fig. 16 den \*Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Kühlsystem\*, Kühler mit getrennter Rekuperations- u. Kühlzone, nach Anspruch 10.

Fig. 17 den \*Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Kühlsystem\*, Vorwärmer-Drehofen-Kühler bilden eine geschlossene Einheit, nach Anspruch 12.

Fig. 1 zeigt den Tauscher (2) teils im Schnitt, wobei die vordere Hälfte des Mantels (3) weggelassen wurde, und teils in Ansicht. Im Beispiel ist eine 2gängige Schnecke (5) mit schrägen Schneckenflächen gezeichnet. Zum Wärmeaustausch durchströmt das aus dem Drehofen (1) kommende heiße Abgas im Gegenstrom den Wärmetauscher (2) von unten nach oben. Das zu erhaltende Rohrmehl wird über das obere Zentralrohr (4) in den WT (2) eingebracht und fällt, geführt durch die Schneckengänge (5), durch den WT (2) bis in den Drehofen (1).

Zur Verlängerung des Gas- u. des Gutweges sowie zur Verhinderung eines freien Durchfalls des Rohrmehls sind im zylindrischen oder konischen Mantel (3) gerade oder schräge, ein oder mehrere Schneckengänge (5) mit gleicher oder variabler Steigung sowie voller oder verringerter Ganghöhe fest oder lose-schlüssig untergebracht.

Zur Minderung des Staubgehaltes des den WT (2) verlassenden Abgases auf ein Minimum dient die im WT (2) angeordnete Entstaubung (6). Die Staubteilchen werden über ein feststehendes Schneckensystem (6) mit abnehmender Steigung bei entsprechender hoher Geschwindigkeit durch Fliehkraft nach außen geschleudert und ausgetragen.

Das Zentralrohr (4) dient der Festigkeitserhöhung, der Steigerung des mittleren Gasweges, der Zufuhr von Rohrmehl in den WT (2) und der Rückführung abgeschiedenen Staubes ins WT-System (2). Das Zentralrohr (4) ist auch Dreh- u. Führungssache für die verstellbaren Schneckenflügel (a, b u. c/ Fig. 7).

Der über den Staubabscheider (6) abgeschiedene Staub wird am Umfang gesammelt und z. B. über eine Schurre oder pneumatische Förderrinne (7) ins Zentralrohr (4) gefördert. Durch das Zentralrohr (4) ist es möglich, den Staub an beliebiger Stelle in den WT (2) zurückzuführen oder sogar mit dem erhitzten Rohrmehl direkt in den Drehofen (1) einzubringen.

Für einen Wärmetauscher Abgas/Rohrmehl kann der Querschnitt des WT (2) u. a. die in Fig. 5 (24 Beispiele, Reihen a—f) skizzierten, schneckenartig verlaufenden Formen haben.

Zur Erzielung eines guten Wärmeaustausches werden durch die in Fig. 4 dargestellten Gas- u. die in Fig. 3 gezeigten Rohrmehlschlitze in den Schneckenflügeln (5) feine, in den Gasstrom fallende Rohrmehlschleier erzeugt. Abstreifer (8) nach den Rohrmehl- oder Gasschlitzen, wie in den Schnitten B-B u. C-C/ Fig. 3 u. 4 dargestellt, leiten das Rohrmehl in den nächst tieferen Gang ab, das Gas hebt das Rohrmehl beim Einströmen in den nächst höheren Gang an. Eine evtl. erforderliche Änderung der Steigung des Schneckensystems (5), vor allem im Bereich eines Steigungswinkels 40—50° erfolgt durch eine mögliche Verstellung der Schneckenflügel

um die Zentralrohrachse und eine Verdrehung der Schneckenflügel um die eigene Achse, wie in Fig. 7(a,b,c) und Fig. 8 dargestellt.

Im Beispiel Fig. 7a wird eine aus 16 Einzelflügeln bestehende Steigung mit 22,5° je Flügel gezeigt. Eine Verstellung der einzelnen Flügel um jeweils z. B. +7,5° ergibt bei gleicher Höhe eine Verkleinerung der Steigung auf 75% (Fig. 7b) und bei einer Verstellung um jeweils z. B. -7,5° eine Vergrößerung der Steigung auf 150%.

Für schlecht fließendes Rohrmehl bzw. griesartiges Gut sowie dem Zwang mit niedriger Bauhöhe auskommen zu müssen, bietet sich der rotierende WT (2) nach Fig. 6 an. Er unterscheidet sich gegenüber dem statisch arbeitenden WT (2) Fig. 1 durch wesentlich geringere Steigungen und baut deshalb erheblich niedriger. Der Pendelantrieb (11), wie nachstehend noch beschrieben, ermöglicht den Vorschub und die Förderung des Gutes auf den Schneckenflügeln (5). Die Arbeitsweise des Pendelantriebs (11):

Der auf die jeweils erforderliche Betriebsdrehzahl eingestellte (regelbare) E-Motor wird um diese Drehzahl pendelnd in verstellbaren Intervallen ab- und aufgefahren. Die Verzögerung könnte in kürzerer Zeit als umgekehrt die Beschleunigung erfolgen. Für das Pendeln genügt eine geringe Abweichung von der Betriebsdrehzahl, da es nur eines kleinen "Anstoßes" bedarf, um das auf einer schiefen Ebene liegende Rohrmehl zu bewegen. Der auf 3 Lagern sich abstützende rotierende WT (2) Fig. 6 dreht sehr langsam und benötigt einen geringen spezifisch elektrischen Arbeitsbedarf.

Es zeigen Fig. 9 u. 10 den Wärmetauscher (2) im Schnitt, die Beispiele stellen den oberen WT (2) Fig. 9 mit einer 2gängigen Schnecke (5) und geraden Schneckenflächen, den unteren WT (2) Fig. 10 mit einer 4gängigen Schnecke (5) und geraden Schneckenflächen sowie 16 durchlaufenden Schneckenschlaufen (12) dar. Die durchlaufenden Schnecken-Schaufeln (12) sind im Beispiel beim WT (2) Fig. 9 12gängig gezeichnet (Schnitt B-B/ Fig. 9).

Zum Wärmeaustausch durchströmt das aus dem Drehofen (1) kommende heiße Abgas im Gegenstrom den Wärmetauscher (2) Fig. 9 u. Fig. 10 von rechts nach links. Das zu erhaltende Rohrmehl wird über einen mit dem WT (2) drehenden Rohrschnecken-Förderer (13) und das Zentralrohr (4) in den WT (2) eingebracht und durch die Schneckengänge (5) bis in den Drehofen (1) gefördert.

Zur Verlängerung des Gas- u. Gutweges sind im zylindrischen oder konischen Mantel (3) gerade oder schräge, ein- oder mehrgängige Schraubengänge (5) mit gleicher oder variabler Steigung sowie voller oder verringerter Ganghöhe fest oder lose-schlüssig untergebracht (5) sowie Schnitt B-B/ Fig. 9.

Zur Minderung des Staubgehaltes des den WT (2) verlassenden Abgases auf ein Minimum dient die im WT (2) angeordnete Entstaubung (6). Die Staubteilchen werden über ein feststehendes Schneckensystem, gegebenenfalls mit abnehmender Steigung, bei entsprechender hoher Gasgeschwindigkeit durch Fliehkraft nach außen geschleudert und ausgetragen. Das Zentralrohr (4) dient der Festigkeitserhöhung, der Steigung des mittleren Gasweges, der Zufuhr von Rohrmehl in den WT (2) und der Rückführung des abgeschiedenen Staubes ins WT-System (2) über (7) Schnitt A-A. Der über den Staubabscheider (6/7) abgeschiedene Staub wird am Umfang gesammelt und entweder entgegen der Rohrmehl-Förderrichtung a/ Fig. 11 oder in Rohrmehl-Förderrichtung b/ Fig. 11 übers Zentralrohr (4) ins WT-System (2) zu-

rückgeführt. Im oberen WT (2) (a/Fig. 11) des Beispiels wird der Staub entgegen, im unteren WT (2) (b/Fig. 11) in der Rohmehl-Förderrichtung zurückgeführt.

Fig. 13 zeigt den Wärmetauscher als Kühlersystem (20) in Gesamt-Ansicht und die Fig. 12 den Einlaufteil dieses Systems. In Fig. 12 ist eine 2gängige Vollschnecke (5) mit geraden Schneckenflächen gezeichnet. Die durchlaufende Schneckenschaukeln (12) wurden hier nicht eingezeichnet, diese verlaufen wie in 12/Fig. 9 und 12/Fig. 11b skizziert. Zur Wärmerückgewinnung durchströmt die Kühlluft den Kühler (20) von rechts nach links. Der aus dem Drehofen (1) kommende heiße Klinker passiert zuerst das Schnecken-Kegel-Brechwerk (14/15), wobei grober Klinker auf das gewünschte Maximal Korn zerkleinert und das Gesamtgut durch die gezahnten Brechschnecken (14) in den Entstaubungsteil (17) des Kühlers (20) gefördert wird. Im Entstaubungsteil (17) wird feiner Klinker und durch die innere Entstaubung (6) abgeschiedener Staub durch Schlitze im Mantel (3) nach außen getragen und über Schnecken-gänge und Fallrohre (16) ins Zentralrohr (4) transportiert. Der fast staubfreie aber heiße Klinker wird über das Schneckensystem (5) entgegen der Kühlluft zur Wärmerückgewinnung nach rechts bis zum Kühlerende gefördert und dort ausgetragen. Der im Zentralrohr (4) geförderte Staub und Feinstklinker werden am Kühlerende, ohne Berührung mit der hier eintretenden Kühlluft, dem gekühlten Klinker oder dem System (2) vorher zugeführt. Der feststehende, also nicht rotierende Brechwerkskegel (15) ist durch Absenken oder Anheben auf das gewünschte Endkorn einstellbar und kann entgegen der Druckrichtung nach oben ausweichen. Der Drehpunkt dieses Kegels (15) und seine Abstützung liegen außerhalb, aber nahe des Kühler-Einlaufgehäuses, der Kegel (15) wird direkt, der Brechschneckenring (14) indirekt gekühlt.

Fig. 16 zeigt den Kühler (20) mit getrennter Rekupe-rations- u. Kühlzone, u. zw. den Hauptkühler (20) — (wie auch in Fig. 13 dargestellt), den Nachkühler (21) — (wie in Fig. 14 skizziert) und die verbindende Gelenkstange (22). Bei einer Ausführung dieser Kühler-Kombination mit getrennten Antrieben wäre für beide Kühler (20/21) der Antrieb über die Rollen eine mögliche und gute Lösung.

Fig. 17 zeigt einen Drehofen (1) mit Vorwärm- und Kühlsystem (2/20) in einer Einheit, u. zw. den Drehofen (1) mit auf gleicher Achse starr verbundene Vorwärmer (2) und einen ebenfalls mit dem Drehofen (1) auf gleicher Achse starr verbundenen Kühler (20). Im Beispiel liegt die Drehachse waagrecht und ist deshalb die ffs. Ausmauerung (25) des Drehofens (1) mit schneckenartigen, wellenförmigen Vertiefungen (25), wie im Schnitt A-A/Fig. 17 4gängig gezeichnet, zur Förderung des Gutes versehen. Mit (23) ist im Kühler (20) die durch das Zentralrohr (4) führende Brennerlanze gezeichnet.

Die Position (24)/Fig. 18 zeigt anstelle des Kühlers (20)/Fig. 17 einen Planetenkühler als Alternative. Die einzelnen Kühlrohre (24) entsprechend weitgehend, abgesehen von den Positionen (14) u. (15), dem Kühler (20) Fig. 13.

#### Patentansprüche

1. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmssystem für feinkörniges Gut, insbesondere für Zementrohmehl, zur Ausnutzung der in einem Drehofen (1) freigesetzten Wärme, in vertikaler Bauart und statischer Arbeitsweise mit Führung

des Gases und Förderung des Gutes durch ein schneckenförmiges System, dadurch gekennzeichnet, daß in einem konischen oder zylindrischen Mantel (3) gerade oder schräge, ein- oder mehrere Schnecken-gänge (5) mit gleicher oder variabler Steigung sowie mit voller oder verringerter Ganghöhe fest oder lose schlüssig untergebracht sind, die Ein- oder Mehrfach-Schnecken-gänge aus einzelnen, scheibenartigen Teilen (Schnecken-Flügel-a/b/c/Fig. 7) bestehen können, die durch Verdrehen eine, auch nachträgliche, Änderung der Steigung erlauben.

2. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich vor Austritt des Gases aus dem Wärmetauscher (2) eine innere, hochwirksame Entstaubung (6) befindet (koaxialer Gasein- u. axialer Gasaustritt), die sich übergangslos dem Schnecken-system (5) nach Anspruch 1 anschließt.

3. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmssystem nach Anspruch 1 u. 2, dadurch gekennzeichnet, daß über ein inneres, auch der Festigkeits-Erhöhung sowie der Führung der verstellbaren Schneckenflügel dienendes Zentralrohr (4) Material, Staub und auch Tertiär-Luft ins Vorwärmssystem (2) eingeschleust werden können.

4. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein einziger Staubkreislauf (6/7) besteht und der Staub an beliebiger Stelle dem Vorwärmssystem wieder zugeführt oder direkt in den Ofeneinlauf geführt werden kann.

5. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Wärmetauschers (2) beliebige Formen (Fig. 5) haben kann.

6. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmssystem nach Anspruch 1 u. 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung von Materialschleiern in den Schneckenflächen Schlitze (Ansicht u. Schnitt A-A/Fig. 2) für Gut-Durchlaß (Schnitt C-C/Fig. 3) in abwechselnder Folge mit Gas-Schlitzen (Schnitt B-B/Fig. 4) zur Anhebung des Gutes in beliebiger Form und Anzahl angeordnet sind.

7. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Wärmetauscher nach Anspruch 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß neben einer statischen Lösung (Fig. 1) auch ein rotierendes System (Fig. 6) mit einem Pendelantrieb (11) möglich und dieses System auch für körniges Gut einsetzbar ist.

8. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärmssystem für feinkörniges Gut, insbesondere für Zementrohmaterial zur Ausnutzung der in einem Drehofen (1) freigesetzten Wärme. Der Wärmeaus-tausch erfolgt anstelle eines statisch-vertikalen in einem rotierenden-horizontalen, Vorwärmssystem (Fig. 9 u. 10) nach den Ansprüchen 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse waagrecht, geneigt oder steigend liegen kann.

9. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Kühlsystem, insbesondere zur Rückgewinnung von Klinkerwärme nach den Ansprüchen 1—5 u. 8 und für Rohrkühler allgemein, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schnecken-Kegel-Brechwerk (14/15) grobes Gut, begrenzbar auf gewünschtes Maximal-Korn, zerkleinert und der nicht rotierende, innere Brechteil (15) beweglich gelagert ist und entgegen der Druckrichtung ausweichen kann.

10. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Kühlsystem zur Kühlung auf eine geringe Endtemperatur und nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung getrennt wird in die beiden Zonen \*Rekuperation und Kühlung\*, wobei die Rekuperation im Gegenstrom (Fig. 13) und die (Nach-) Kühlung im Gegen (Fig. 14) — oder Gleichstrom (Fig. 15) erfolgen kann. Der Haupt (20) — u. der Nachkühler (21) können einzeln, oder miteinander verbunden, gemeinsam angetrieben werden. Bei dem Gegenstrom-Nachkühler (Fig. 14) wird die erwärmte Kühlluft durch das Zentralrohr (4) aus dem System geführt.

11. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Kühlsystem für Planeten-(Satelliten-) Kühler dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlrohre (24) nach den Ansprüchen 1—5 u. 8 ausgeführt werden.

12. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärm- und Kühlsystem nach den Ansprüchen 1—5 u. 8, dadurch gekennzeichnet, daß einem Trockendrehofen (1), mit  $D:L=1:10-17$ , ein Vorwärmssystem (Fig. 9 oder 10) nach Anspruch 8 vorgeschaltet und ein Kühler (20) nach Ansprüchen 1—5, 8 u. 11 nachgeschaltet ist, beide Systeme sind mit dem Drehofen (1) schlüssig verbunden.

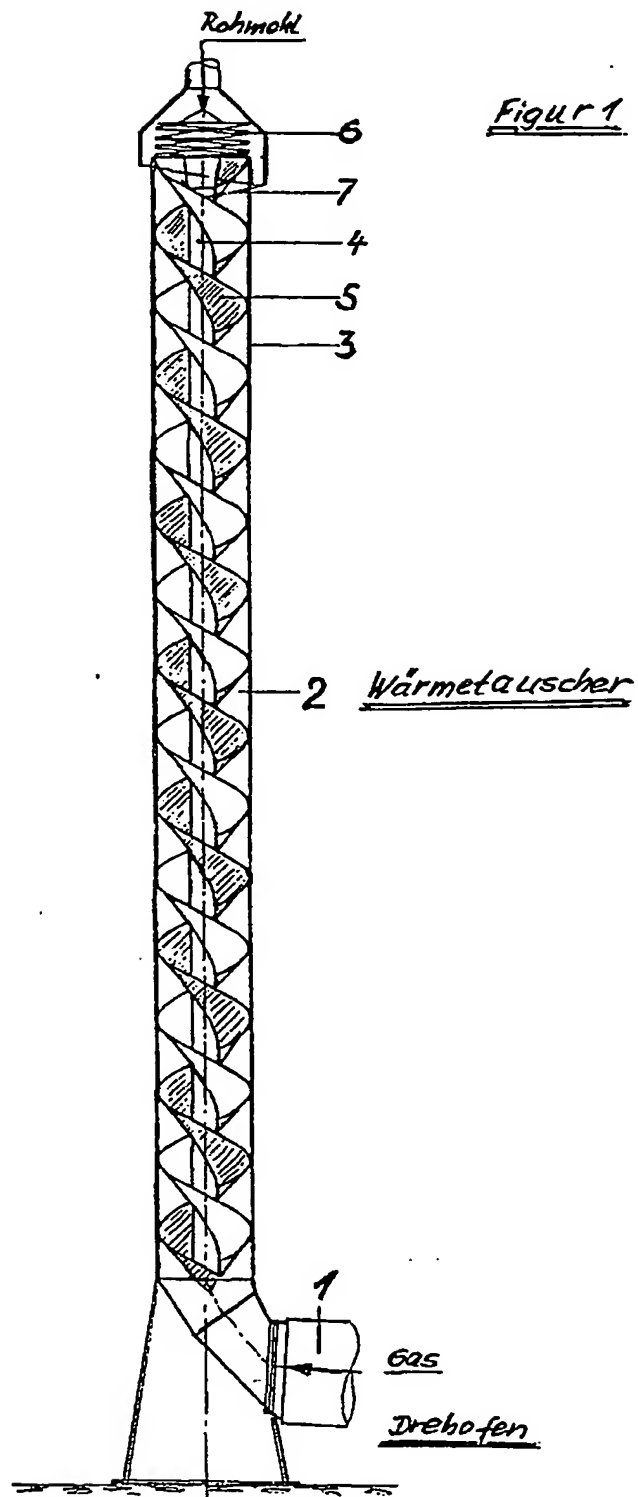
13. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärm- u. Kühlsystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die ffst. Auskleidung (25) des Drehofens (1) schneckenartige Vertiefung (25) beliebiger Form und Ganganzahl hat für eine gleichmäßige und bestimmte Förderung des Brenngutes, u. zw. unabhängig von der Neigung des Drehofens (1).

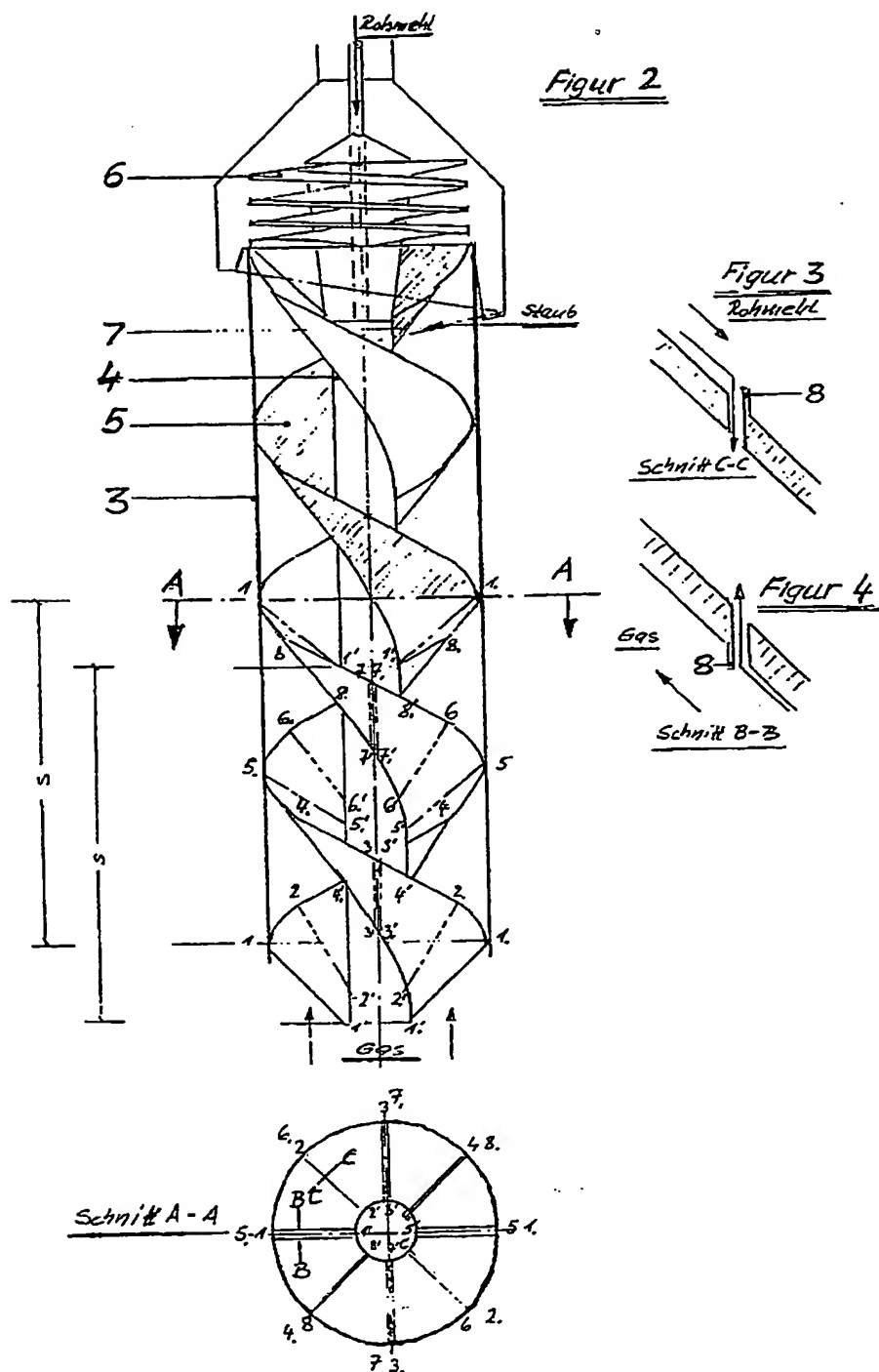
14. Gegenstrom-Direkt-Wärmetauscher als Vorwärm- und Kühlsystem nach Anspruch 12 u. 13, dadurch gekennzeichnet, daß die drehbar gelagerte Brennerlanze (23) und die Primärluft durch das Zentralrohr (4) des Kühlers (20) in den Drehofen (1) geführt werden.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

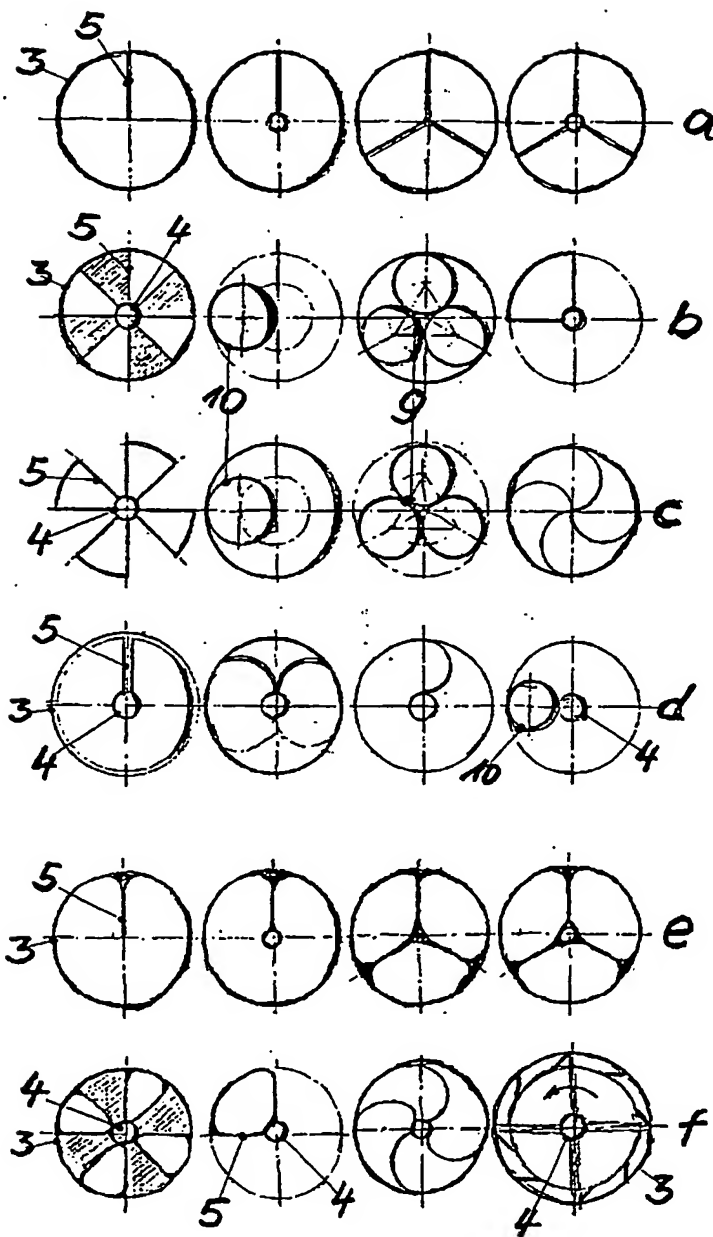
- Leerseite -

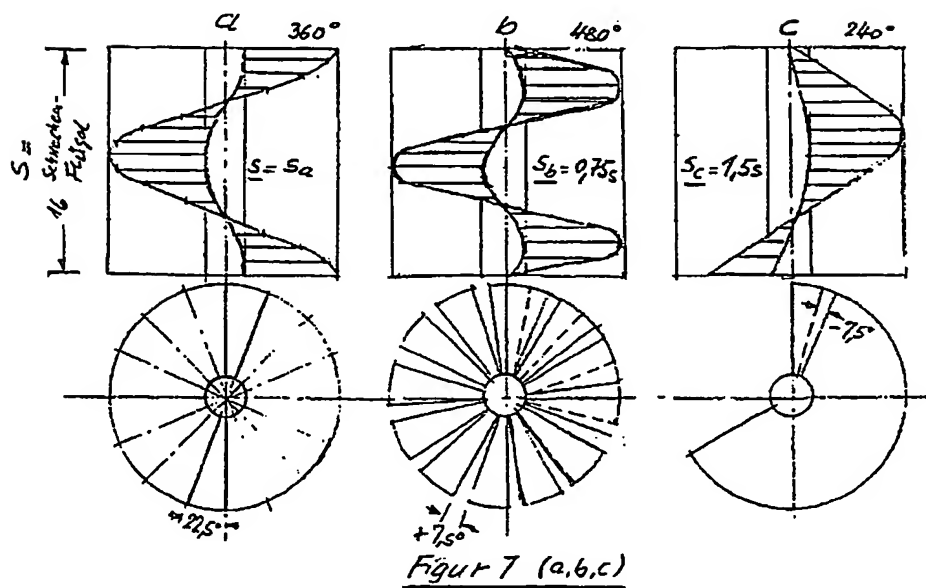
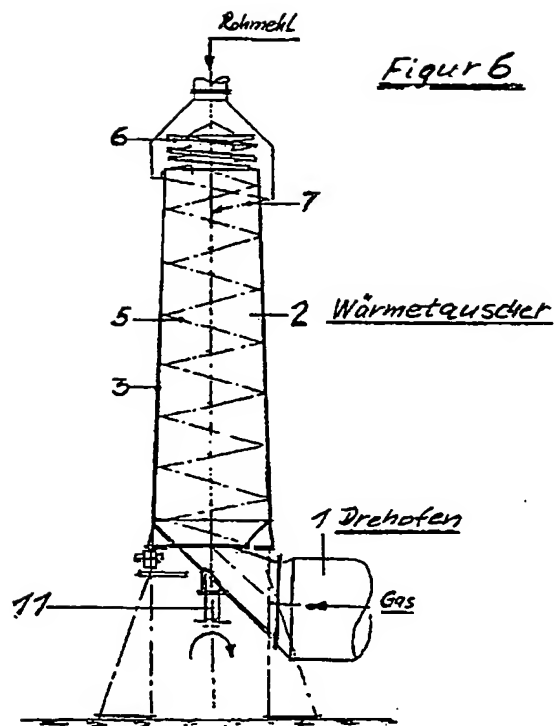


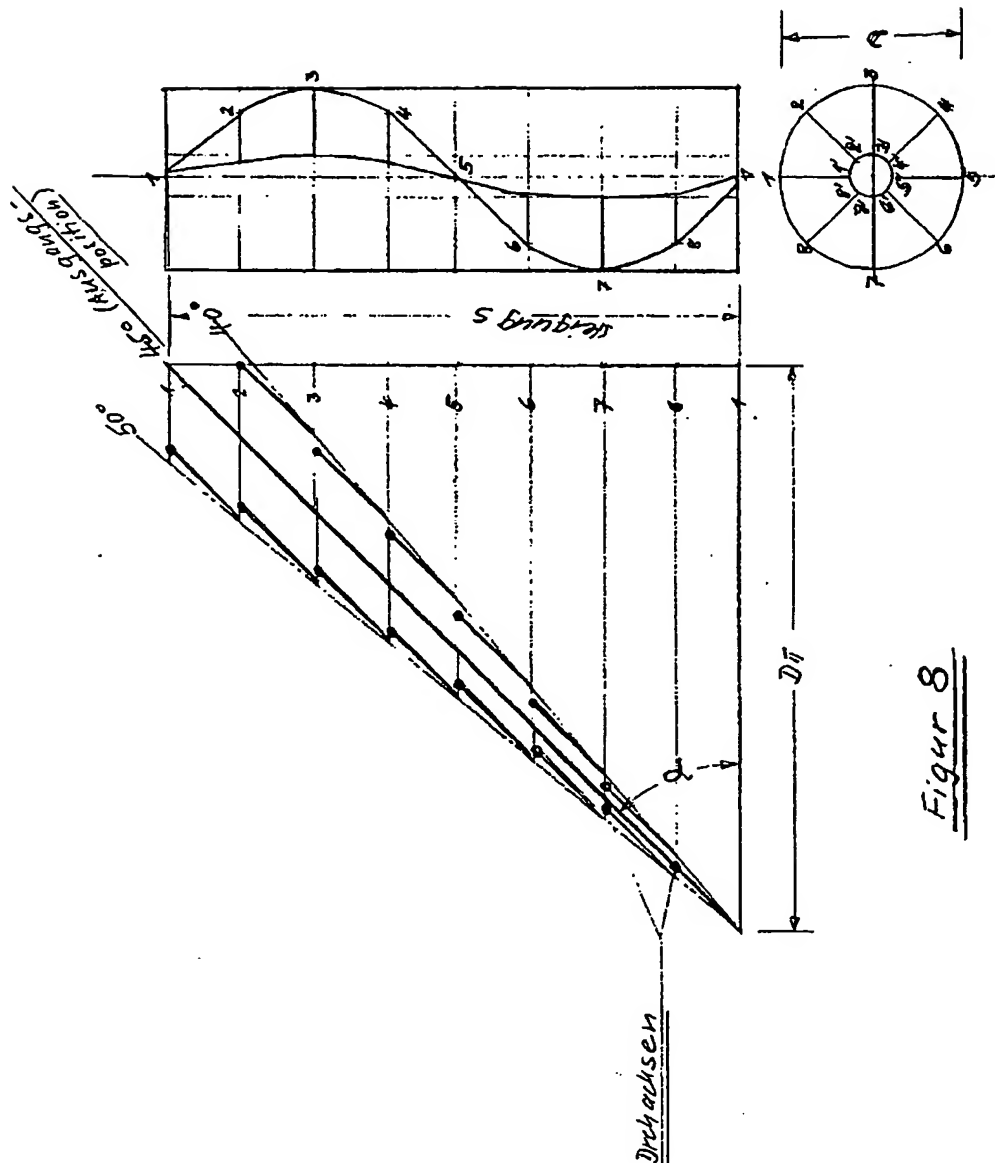


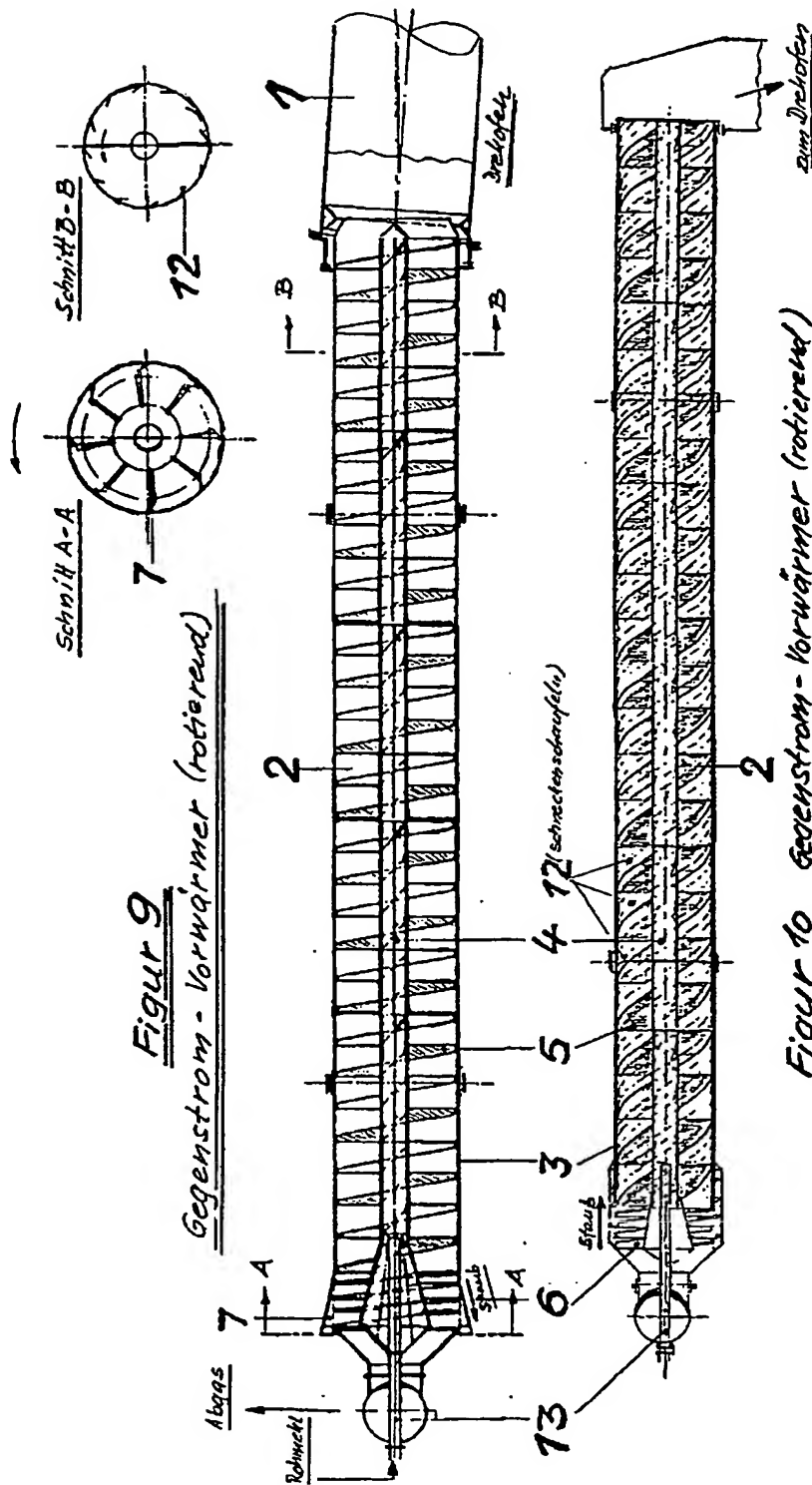


Figur 5

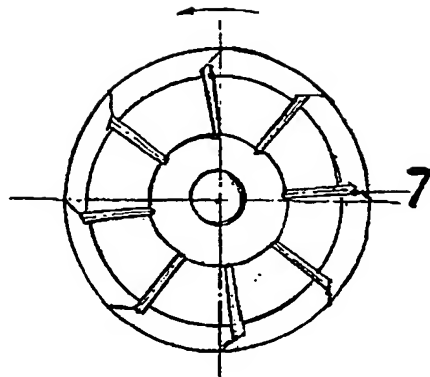




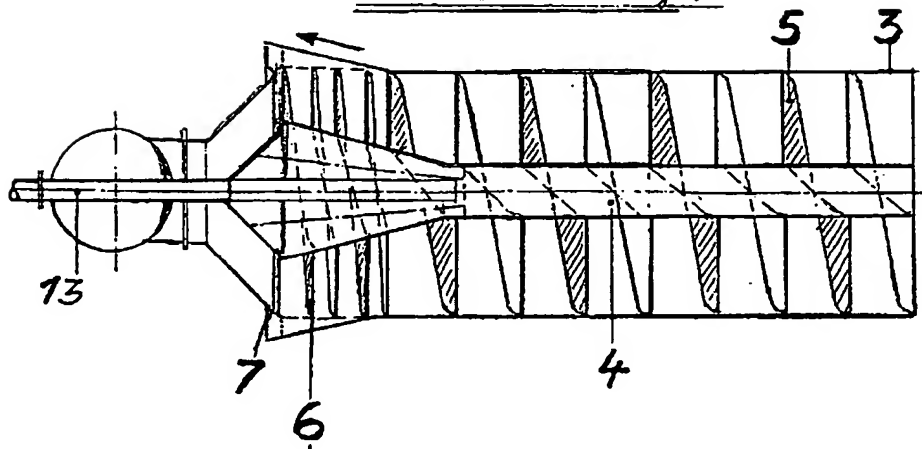




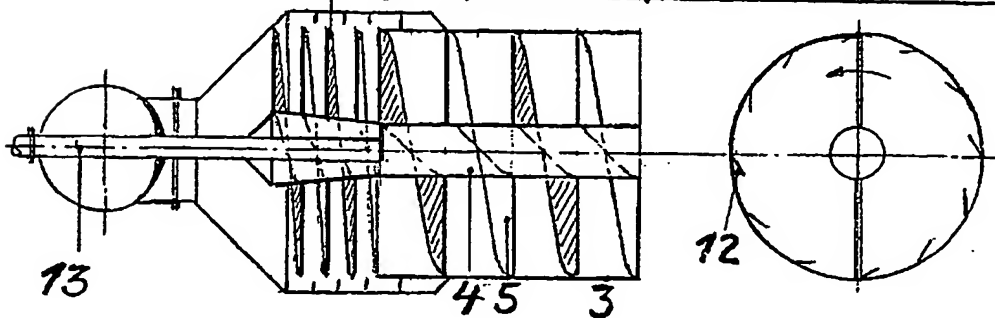
Figur 11

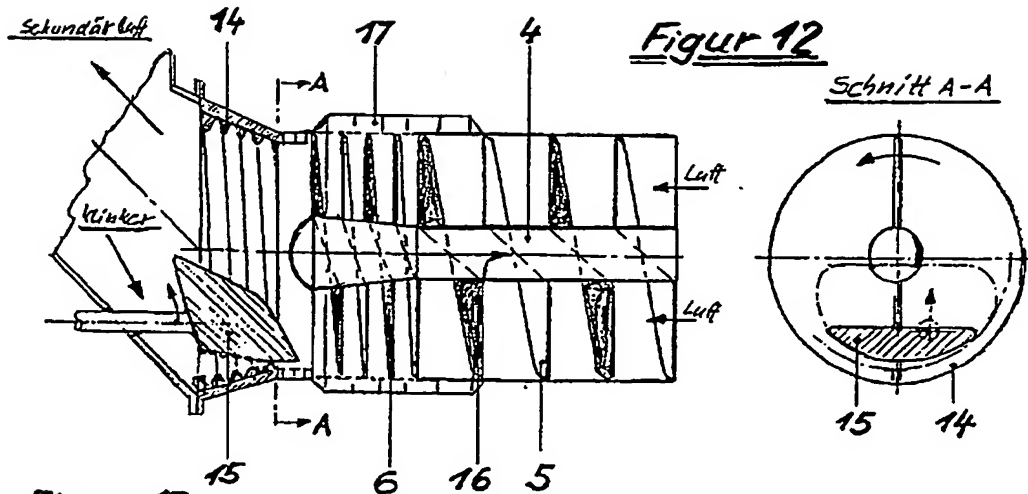


a) Staubführung entgegen  
Rohrmehl-Förderung!

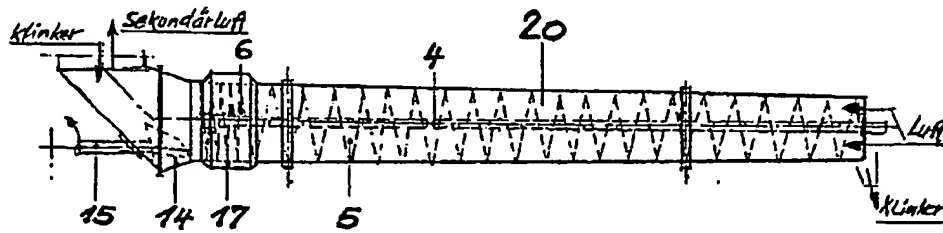


b) Staubführung in Rohrmehl-Förderrichtung

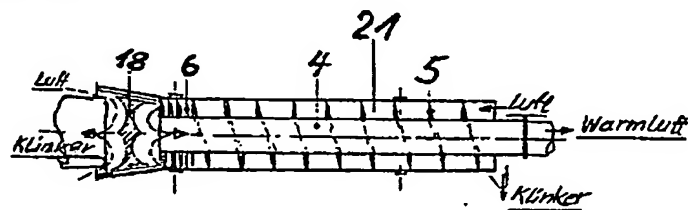




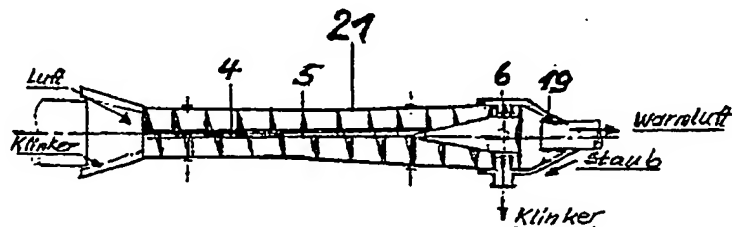
Figur 13  
Rotationskühler



Figur 14  
Nachkühler -  
Gegenstrom

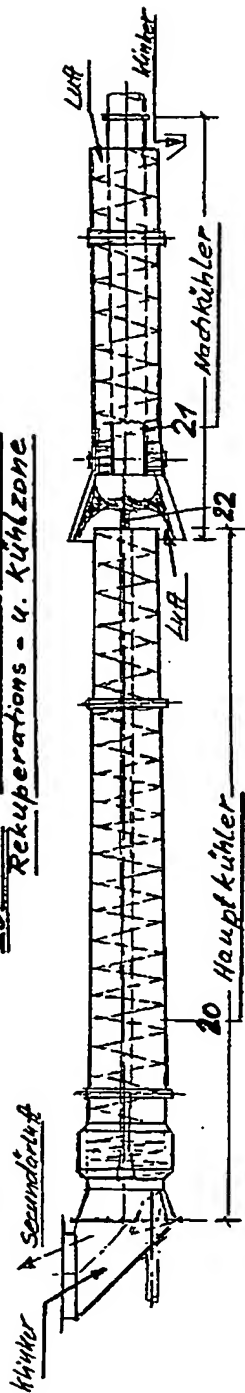


Figur 15  
Nachkühler -  
Gleichstrom

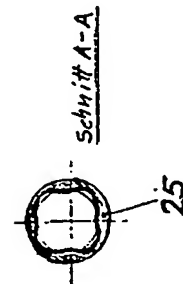
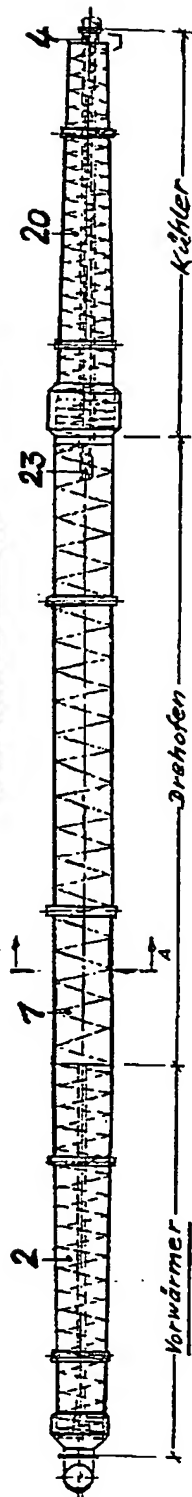




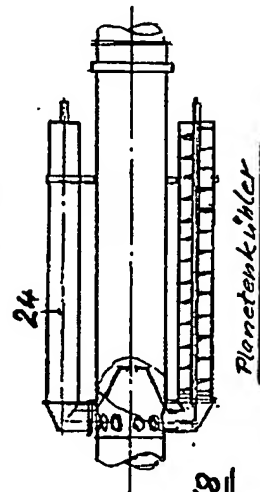
Figur 16 Kühler mit getrennter  
Rekuperations- u. Kühlzone



Figur 17 Drehofen mit Vorwärmzone  
in einer Einheit



Figur 18



Planetenkühler